

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-055348

(43)Date of publication of application : 25.02.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G06F 17/50
G06T 9/00

(21)Application number : 07-205594

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 11.08.1995

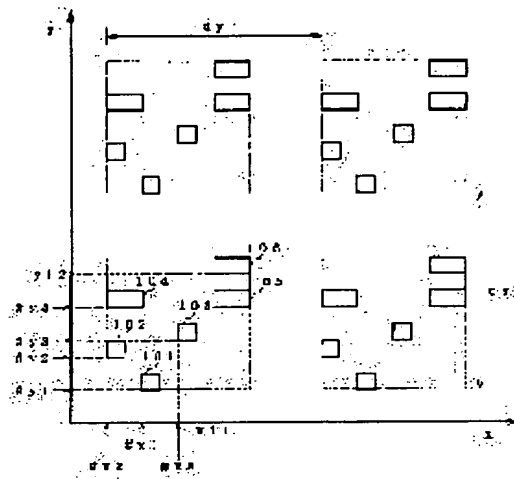
(72)Inventor : KOMATSU KAZUHIKO
WATANABE TOSHIBUMI

(54) COMPRESSION METHOD OF GRAPHIC DATA AND GRAPHIC PATTERN GENERATION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the amount of graphic data by a method wherein the graphic pattern of a semiconductor integrated circuit is described more efficiently.

SOLUTION: The position of a rectangle 101 is indicated by #x1, #y1, by a designation 'IP', as recognition numbers indicating a position. In the same manner, the position of a rectangle 102 is indicated by #x2, #y2 as recognition numbers, and the position of a rectangle 103 is indicated by #x3, #y3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3328724

[Date of registration] 19.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-55348

(43)公開日 平成9年(1997)2月25日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/027		H 0 1 L 21/30	5 4 1 J
G 0 6 F	17/50		G 0 6 F 15/60	6 5 8 M
G 0 6 T	9/00		15/66	3 3 0 H

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平7-205594

(22)出願日 平成7年(1995)8月11日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 小松 一彦

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 渡辺 俊文

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

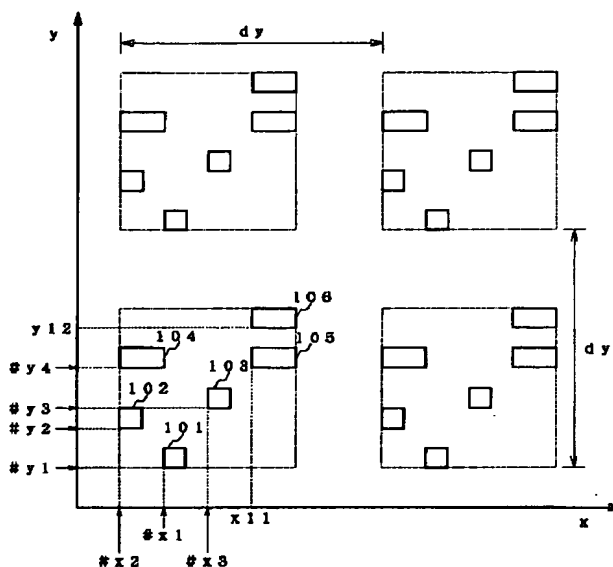
(74)代理人 弁理士 山川 政樹

(54)【発明の名称】 図形データの圧縮方法および図形パターン発生装置

(57)【要約】

【課題】 半導体集積回路の図形パタンの記述をより効率的に行うことにより、図形データの量を縮小することを目的とする。

【解決手段】 矩形101の位置は、位置を示す認識番号である「IP」指定による#x1、#y1で示される。同様に、矩形102の位置は認識番号である#x2、#y2で示され、矩形103は#x3、#y3で示される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 図形を表現するのに必要な図形データを、前記図形を区別できるビット数のデータからなる認識番号に置き換えた参照部を備え、
図形をデータで表現するときは、前記認識番号に置き換えて記述し、
図形を実際に表現するときは、その図形の認識番号を前記参照部を参照して図形データに置き換えることを特徴とする図形データの圧縮方法。

【請求項2】 請求項1記載の図形データの圧縮方法において、

図形を配置する領域を小領域に分割し、前記図形の位置データを前記小領域内の座標系で記述し、
前記位置データを、前記図形の前記小領域内での位置が識別できるビット数のデータからなる認識番号に置き換えることを特徴とする図形データの圧縮方法。

【請求項3】 請求項1または2記載の図形データの圧縮方法において、

前記図形データが所定の規則に則って配置されている複数の図形は1つのものとして、前記図形データを前記認識番号に置き換えることを特徴とした図形データの圧縮方法。

【請求項4】 請求項1～3いずれか1項記載の図形データの圧縮方法において、

同一図形が配列状に並べられかつ前記図形の配置が所望の形態となっている場合、予め配列状の表現としてから、前記図形の座標値の出現頻度が所望の閾値以上となっているものを認識番号に置き換えることを特徴とする図形データの圧縮方法。

【請求項5】 指定された図形データにしたがって、その図形データの示す図形パターンを発生する図形パターン発生装置において、

前記図形データを、前記図形を区別できるビット数のデータからなる認識番号に置き換えてこれを格納した参照部を備えたことを特徴とする図形パターン発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、LSI等の半導体集積回路を設計、製作するために必要となる図形パターン、特に回路の図形パターンをウエハ上に転写するときの原板となるマスクを製作するときの図形パターンにおける、図形データの圧縮方法および図形パターン発生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路を構成する図形パターンは、一般には多角形図形として表される。実際に、例えばフォトマスク（原図基板）に図形パターンを形成するにあたっては、これらの多角形の図形は、矩形、台形、平行四边形などの単純な図形に変換され、描画される。回路パターンの設計段階では、例えば頂点数10個の多角形

2

で表現されている図形であっても、電子線やレーザを用いた描画装置では、この多角形は矩形などの単純な図形の集合体として処理される。

【0003】これは、実際にパターンを描画するにあたっては、矩形や台形といった単純な図形の方が、その発生が容易であり、かつ、描画すべき図形が複雑であっても、これらの単純な図形の組み合わせで表現できることによる。そして、回路設計が終了した後のマスクパターンそのままでは、描画装置が描画のための図形パターンを発生させることができず、それらを描画装置用の図形データに変換する処理が必要となる。

【0004】図9は、上述した描画装置の図形データの具体的な構成例を示す説明図であり、(a)は矩形データを描画する時のデータ記述例を示し、(b)は水平台形を描画する時のデータ記述例を示す。同図(a)に示すように、描画装置における図形データは、描画するのが矩形r (Rectangle)であることを示す図形種類を示すデータK (Kind)と、電子ビームを用いてパターン形成を行う場合はその照射量D (Dose)を示すデータdがある。そして、矩形の位置を示すために、その矩形の左下頂点のx座標を示す位置Xとy座標を示す位置Y、そして、矩形の大きさとしてその幅Wの値wと高さHの値hとを有する。

【0005】また、図9(b)に示すように、台形の場合は、この図形種類Kはz (trapezoid)となる。そして、幅の変わりに下底Wの長さwと上底Uの長さuを示すデータと、斜辺のパラメータSとして左下頂点と左上頂点のx座標の差sを備える。図9(b)においては、水平台形を示しているが、平行四辺形や三角形は、この台形の特殊な場合として用いれば良い。また、全ての辺が座標軸に平行でない四辺形であっても、水平台形と垂直台形の組み合わせで表現できる。

【0006】また、上記において、図形の各頂点の座標を直接表現するようにしてもかまわない。そして、図形を連続的に表記することも可能であり、例えば、矩形のための記述では5ワードが用いられ、その記述順は照射量D、位置X、位置Y、幅W、高さHとなっているとのルールを決めておけばよい。

【0007】上述では、図形を記述するためにその属性を表す数値データの種類について説明したが、以下に、これらの数値データがどのような値および範囲をとるかについて説明する。大規模集積回路などの半導体集積回路では、その最小形成パターン寸法は0.1μm程度まで達成されるといわれている。このような微細なパターンの記述では、たとえば、20nm間隔という細かい格子を用いる。図形パターンの位置、幅、および、高さといった属性は、全てこの格子状の点の上に対応して決められる。そして、その値は、格子の間隔、この場合では、20nmを単位として表される。この単位を、ここではアドレスユニットと呼ぶ。

3

【0008】チップの大きさを、一辺長を20mmとすると、20nmの格子は、1000000個存在することになる。すなわち、20nmの単位で図形パターンを記述する場合、図形位置や大きさの指定には7桁の数値の記述が必要となる。実際には、チップ領域は、例えば1mm程度の小さな領域に分けられ、あるいは更に小さな、例えば、50μm程度の領域に分割され、その中で図形記述が行われる。これは、パターンを描画する装置の側からも、チップ全体をまとめて描画するのではなく、一部の区切られた領域を順に描画していくことに対応している。

【0009】以上のことを、ベクタースキャン型の電子ビーム露光装置を例に取り、詳細に説明する。電子ビームを用いたパターン描画では、高精度に電子ビームの照射位置を位置決めするために、この電子ビームを偏向する領域は、例えば1mm角の中に制限されている。この領域をフィールドと呼ぶ。フィールドを越える領域の描画には、マスク基板などの試料を機械的に移動させてフィールドをつなぎ合わせる。

【0010】描画データは、フィールドごとに記述され、フィールド内のパターンデータは、例えば、フィールドの左下隅を原点とする座標系で記述される。フィールドの位置は、その左下隅をチップの左下を原点とした座標値で指定する。アドレスユニットを20nm、フィールドサイズを1mmとすると、フィールド内の図形記述には、50000までの数値指定が必要となる。2の16乗が約64000となることから、この数値の記述には16ビット(2バイト)が必要となる。

【0011】そして、矩形の位置X、位置Y、幅W、高さHを表現するのに、計8バイトを要する。台形では、さらに、上程の長さU、斜辺のパラメータSが必要となる。これに対して、図形種類は、矩形と2種類の台形を指定するのであれば2ビットあればよく、また照射量指定には8ビット程度あれば十分なので、図形種類と照射量の指定は、2バイトで可能となる。図10は、ある図形を示す平面図と、これを上述したように記述したデータを示す説明図である。図10(a)において、201、203は矩形、202は台形である。そして、図10(b)にこれら図形のデータが記述してある。

【0012】図10(b)は、フィールドを単位として座標値を記述してある。これに対して、以下に示すように、フィールドをさらに小さいサブフィールドと呼ぶ小領域に分け、サブフィールドごとに図形を記述する方法もある。この、サブフィールドを単位とした記述では、たとえば左下隅をサブフィールドの原点とし、この原点がフィールドの座標系でどこに位置するかを指定するとともに、各図形の位置をサブフィールド原点からの距離として記述する。

【0013】サブフィールドの大きさを60μm角、アドレスユニットを20nmとすると、位置の記述は30

4

00までの数値表現でよく、12ビットで対応可能となる。各属性を表すのに16ビットを与えると、4ビットが残り、この4ビットにより12ビットの数値データが、何の属性を表すかを示すことが可能となる。このように、サブフィールドを用いた記述を用いれば、図10(b)に示したように、記述順を固定とする必要がなく、図10(c)に示すように、前の図形の属性値と同じ場合には、省略して前の値を引き継ぐことが可能となる。ただし、この場合は、その図形の記述が終わったことを示すことが必要で、4ビットの中の1ビットをそれに割り当てることが必要となる。

【0014】図10(c)において、各2バイトの左端の記号は、4ビットが示す内容を表しており、Kは図形種類と照射量を示し、Xはx座標を示し、XEはx座標値の指定と1つの図形記述の終了E(End)とを示している。図10(a)の場合、矩形201と矩形203は、x座標を除いて属性が同一であるため、矩形203は、XEで示される2バイトのみで記述が可能となっている。このように、属性が同じ場合に省略する方法は、効率の良い圧縮効果が期待できる。

【0015】効率の良い図形データの記述方法として既に提案されている手法として、さらに次に示す2つがある。1つは、図形が2次元に規則的に配列状にならんだ場合に配列として表現するもので、ここでは配列命令を利用した圧縮と呼ぶことにする。この、配列命令を利用した圧縮では、1つの図形あるいは複数の図形からなる1組の図形が、規則正しく等しい間隔でならんでいるとき、繰り返しの単位となる1つあるいは1組の図形と、xyそれぞれの方向における繰り返しの間隔と数とを指定することにより表現する方法である。

【0016】これは、メモリなどの周期性のある図形パターンの効率よい表現を可能とする。他の一つは、図形群の登録と参照で、チップ内の複数の場所で出現する同一の図形集団がある場合に、この図形集団を予め登録しておき、必要な場所でその図形集団を呼び出す手法である。プログラムのサブルーチンと類似の機能である。ここでは、図形群の登録と参照と呼ぶ。

【0017】この手法は、例えば、ベクタースキャン型の電子ビーム描画装置では、サブフィールドの位置を任意に指定できることから、サブフィールドを単位として登録することが可能である。そして、同一サブフィールドのデータを異なる場所で呼び出す機能は、大規模な配列となる大容量メモリ、あるいは、ゲートアレイの下地層のパターン記述で効果がある。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】従来では以上に示したように、図形データの効率的な記述を行うために、様々な工夫がなされてきたが、LSIの集積度は、最小寸法の減少とチップサイズの増加によって、その図形データの量が増加の一途をたどっている。特に、OPC(Op

10

20

30

40

50

5

tical Proximity Correction)と呼ばれる光転写時に生じるパタンの歪みを、あらかじめフォトマスク上で補正する手法が重要となりつつある。この補正をするには、形成すべきパタンの周辺に補助パターンを付加することが必要となる。そのため、パターン数が飛躍的に増加することが免れない。

【0019】1995年に、アメリカ合衆国SIA (Semiconductor Industry Association) が発表したロードマップによれば、1ギガビットのDRAMでは、8ギガバイトとのデータ量になると予想されている。これは、

【0020】この発明は、以上のような問題点を解消するためになされたものであり、半導体集積回路の図形パタンの記述をより効率的に行うことにより、図形データの量を縮小することを目的とする。このデータ量の縮小は、データの扱いを容易とするだけでなく、描画装置が用意しておかなければならない高速メモリの容量を低減し、必要とされる計算機資源の節約ができるなど、経済

【0021】

表1

第一配線層			素子分離層		
順位	頻度 ×1000	累積 百分率	順位	頻度 ×1000	累積 百分率
1	645.5	10.1	1	362.1	16.3
2	492.7	17.8	2	204.9	25.5
:	:	:	:	:	:
32	20.4	65.6	32	5.9	76.6
:	:	:	:	:	:
64	10.5	72.0	64	2.5	82.1
:	:	:	:	:	:
200	3.6	84.5	200	0.6	89.1
:	:	:	:	:	:
1000	0.3	94.5	1000	0.07	96.3
:	:	:	:	:	:
10191	0.001	100.0	12025	0.002	100.0
全体	6394.6		全体	2223.5	

【0024】

6

【課題を解決するための手段】この発明の図形データの圧縮方法は、図形を表現するのに必要な図形データを、図形を区別できるビット数のデータからなる認識番号に置き換えた参照部を備え、図形をデータで表現するときは、認識番号に置き換えて記述し、図形を実際に表現するときは、参照部を参照してその図形の認識番号を図形データに置き換えることを特徴とする。すなわち、図形データは、この種類の数を区別するだけのビット数からなるデータ量の小さな認識番号に置き換えられて表現される。そして、この発明の図形パターン発生装置は、図形データを、その図形を区別できるビット数のデータからなる認識番号に置き換えた参照部を備えるようにしたものである。このため、図形パターン発生装置に提供するデータは、発生する図形パターンを区別するだけのビット数からなるデータ量の小さな認識番号に置き換えられたもので表現してあればよい。

【0022】

【発明の実施の形態】以下この発明の1実施の形態を図を参照して説明する。この発明は、集積回路の図形パタンの特徴を利用して、効率の良い圧縮を実現するものである。まず、以下の表1、2に、この発明の概念における基本的な図形パタンの特徴を示す。

【0023】

表2

第一配線層			素子分離層		
順位	頻度 ×1000	累積 百分率	順位	頻度 ×1000	累積 百分率
1	968.6	15.1	1	121.5	5.5
2	21.2	15.5	2	10.8	5.9
:	:	:	:	:	:
32	18.7	24.6	32	9.8	19.6
:	:	:	:	:	:
64	17.8	33.7	64	9.3	33.4
:	:	:	:	:	:
200	14.4	68.4	200	5.9	81.3
:	:	:	:	:	:
641	0.002	100.0	319	0.004	100.0
全体	6394.6		全体	2223.5	

【0025】上記表1は、同一図形の出現頻度を示している。例えば、第1配線層には、全部で約639万個の図形が存在しており、ここで使用されている図形の種類は10191種である。ここでいう図形の種類とは、図形形状だけではなく、その寸法、および照射量指定値を含んで、それらのいずれかが異なる場合は違う種類とした。このような大きさや照射量指定値まで含めて図形の種類を区別する場合、その表記表現を固有図形、あるいは、固有図形の種類として、矩形・台形といった形状のみを扱う図形種類と区別する。

【0026】これら、約10,000種の固有図形を、その出現頻度で並べたのが、上記表1である。最も良く出現した固有図形は、約65万回利用され、これは全体の10%に相当している。良く出現する固有図形の上位64種類で考えれば、それらだけで全図形の7割以上（累積百分率72%）が含まれている。

【0027】すなわち、これら64種の図形を、その認識番号とともに予め登録しておけば、認識番号を記述するだけで、全体の7割以上が記述できることになる。これは素子分離層も同様のことである。64種類の識別だけであれば、そのデータの量は6ビットでよく、極めて効率的な固有図形の記述が可能となる。

【0028】上記表2は、サブフィールドを利用したとき、図形のX位置座標の分布を示している。第1配線層で説明すれば、x座標はチップ全体で約639万回指定するが、サブフィールド内の座標値としてみれば、約640種の座標値が繰り返して使用されているにすぎないことが良くわかる。良く利用されている座標値の上位64種で、全体の約3割がカバーできる。

【0029】このことは、y座標についても同様であ

り、利用頻度の高いxとyの座標値を、その認識番号とともに登録しておくことで、より少ないビット長でそれらの座標値を利用することが可能となる。その結果、従来の記述では、先に述べたとおり、xあるいはyどちらかの座標値の記述に2バイトを要しているのに対して、認識番号表を用いれば、2バイトでxとyとを同時に指定することが可能となる。

【0030】この発明のポイントは、利用頻度の高いデータを、予め登録しておき、実データ長よりも長さの短い認識番号を用いて実データを参照することにある。したがって、登録すべきデータは、実データの記述に長いデータ長を必要としており、かつ、利用される頻度の高いものが望ましい。表1、2に示したとおり、固有図形は、実データ長が長く、一部の实データが集中的に使用されることから、短い認識番号に置き換えることは効果的である。

【0031】また、配列命令も、xy両方向の数と間隔を指定する必要があり、かつ、種類が少ないと期待されることから、効果が期待される。さらに、xy座標値についても、xとyを2バイトで同時に指定できることから、短い認識番号への置き換えは、データ量低減のために有効と考えられる。

【0032】これらのデータを登録・参照する単位として、チップ全体、フィールド単位、サブフィールド単位がある。以下、まずフィールド毎にデータを登録する例を用いて説明する。図1は、この発明の実施形態におけるデータの形態を示す説明図であり、フィールドに固有図形を128個、配列命令を64個、xy座標値をそれぞれ64個ずつ登録した例を示している。図1は、図形データ記述の具体的な並びを模式的に示している。図1

の表記で、実際にはビットの並びが記述されるが、ここでは図を煩わしくするだけで説明に関係のないものは“—”で示してある。

【0033】図形データの記述は、2バイト（16ビット）を単位としている。また、アドレスユニットを20nm、サブフィールドの大きさを75 μ m、フィールドの大きさを2.4mmとした。アドレスユニットを単位

表3

とすると、サブフィールドは12ビット、フィールドは17ビットで覆うことができる領域である。サブフィールド内の数値データは、座標値など12ビット以下で指定可能なことから、以下の表3に示すように、16ビットの上位4ビットを下位12ビットが何を表すかのコードとして用いる規則体系とした。

【0034】

N o	記 号	ビット															
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1		0	0	0	0												
2		0	0	0	1												
3	SF	0	0	1	0	n											
4	G	0	0	1	1	kind		n									
5	X	0	1	0	0	position(x)											
6	XE	0	1	0	1	position(x)											
7	Y	0	1	1	1	position(y)											
8	YE	1	0	0	0	position(y)											
9	W	1	0	0	1	width(w)											
10	H	1	0	1	0	height(h)											
11	U	1	0	1	1	length(u)											
12	S	1	1	0	0	length(s)											
13	K	1	1	0	1	fig.kind(k)				dose(d)							
14	R	1	1	1	0	nx				ny				# of figs			
15	IP	1	1	1	0	pos-x #						pos-y #					
16	IF	1	1	1	1	0	figure #										
17	IR	1	1	1	1	1	repeat param #						# of figs				

【0035】なお、表3において、No1, 2は他の用途で使用するものであり、No3はサブフィールドの開始を示し、No4は登録データの開始を示し、No5は

x座標値を示し、No6はx座標と描画を示し、No7はy座標を示し、No8はy座標と描画を示し、No9は矩形の幅もしくは台形下底の長さを示し、No10は

矩形の高さもしくは台形下底と上底の間隔を示している。また、N o 1 1 は台形上底の長さを示し、N o 1 2 は台形の斜辺パラメータを示し、N o 1 3 は図形種類と照射量指定を示し、N o 1 4 は3ワードを使用して反復命令の開始を示し、N o 1 5 はx、y座標の認識番号を指定し、N o 1 6 は固有図形の認識番号を指定し、N o 1 7 は反復命令の認識番号を指定している。

【0036】上記表3は、図1の記述とするための、データ記述の規則を示している。表3は、本発明を具体化するためのデータ記述の規則を示しており、「SF」等の記号は、おおむね2バイト(1ワード)長のデータが示す属性値が何かを示している。おおむねと記したのは、配列命令など複数ワードから構成されるデータも存在するためである。これらの属性は、先頭のワードの先頭の4ビット等で示されている。ここで4ビット等としたのは、後で示すように図形あるいは反復命令(配列命令)の認識番号参照については、先頭5ビットで判断していることによる。

【0037】以下、簡単に属性指定の手法について説明する。SFはサブフィールドの開始を意味し、12ビット長のnの値によってそのサブフィールドのデータに対してユニークな番号を与えて、場合によっては、そのサブフィールドのデータを繰り返し使用することを可能としている。X、XE、YE、W、H、U、S、Kは既に述べた通りである。ここではEを付けた、すなわち図形記述の最後の属性値として記述できるのは、XあるいはYのみとした。その理由は、多重描画など極めて特殊な描画を除けば、図形の位置は全ての図形で異なっていることによる。すなわち、WやHなど他の属性値が変化した場合でも、まずW等を先に記述し、最後にXあるいはYを記述することとした。

【0038】またKでは、図形種類に4ビット(16種類の指定が可能)、照射量指定に8ビット(256種類)を割り当てた。以上は全て1ワードで記述するが、Rの配列命令は第一ワードで繰り返しの回数(n x、n y)と反復の対象となる図形の数(# of figs)をそれぞれ4ビットで、第二、第三ワードでx、y方向の反復間隔で示す3ワードで記述する。認識番号を用いた属性値の登録は、Gで示した登録用のヘッダーを用いる。登録する属性値として、固有図形、配列命令、座標値X、座標値Yの4種類とした。

【0039】表3で示した例では、登録属性の種類指定に3ビットで、その属性で登録する属性項目数を9ビット(512種類まで識別可能)で示している。項目数を指定するのは、登録すべき項目数が少ないときに登録領域を可変長とするのが主な目的である。図1に示すkind=Fは、固有図形(Figure)を登録することを意味し、登録項目数を128としている。この、登録する固有図形のデータは通常の図形データ指定と同じ記述ルールとした。この表記法だと、固有図形の属性の

中にXYのような図形記述の終了を示す項目がないので、項目の省略はできない。

【0040】たとえば、矩形ならば、K、W、Hの3個の属性値を指定して1項目を登録できる。また、台形では指定する属性項目が増えるので、図形の種類によって記述の長さが異なる。128種類の固有図形をこのように定義できるが、参照するときの認識番号は明記せず、出現順に0から127までの番号を割り当てることとした。登録した固有図形を参照するのが、表3の「IF」で、下位の11ビットで認識番号を指定できる。しかし、実際にフィールドに登録できる固有図形種類の最大値は、登録時の項目数記述で決まるため、512となる。

【0041】図1では、次に配列命令を登録している。一つの配列命令は、繰り返しの数を示すR'と繰り返しの間隔を示すdx、dyの3ワードから成る。ここでR'としたのは、表3で示した通常の繰り返し命令では対象とする図形数を規定するが、登録する配列命令では図形数を特定しないことによる。このことにより、配列命令の種類を減らすと共に、参照される頻度を上げることが可能となる。参照する場合には、表3の「IR」に示した通り、対象とする図形数も指定する必要があり、ここでは認識番号に6ビット(64種類)、図形数に5ビットを割り当てている。登録する配列命令の種類を64としたのはこの制限による。

【0042】図1では、続けて座標値X、Yを登録している。表3に示したx、yの形式を登録にも用いている。図1で登録する項目数を64ずつとしたのは、表3の「IP」に示したとおり、参照時の認識番号にそれぞれ6ビット(64種まで識別可能)を割り当てたことによる。

【0043】以上、登録処理の終わった後、各サブフィールド毎に描画図形の記述が始まる。図1では、第0番のサブフィールドの開始が「SF」で示された後、「IR」で配列命令の参照指定がある。n=6であり、6個の図形に対して有効なことがわかる。この6個は、2種類の固有図形で構成されて、反復される。

【0044】以上(図1)の記述による図形配置の様子を図2に示した。図中の「#」記号は参照するときの認識番号を示している。配列命令の記述は省略してあるが、2x2の配列として、反復の間隔dx、dyを図2に示した。固有図形の認識番号は、#f1等として記した。図2の矩形101~103が#f1に、矩形104~106が#f2に対応している。#x1、#y1の「IP」指定で矩形101の位置、#x2、#y2で矩形102の位置、#x3、#y3で矩形103の位置がそれぞれ確定している。#f2を用いる図形の位置は、矩形104は「IP」を利用しているが、矩形105、106は通常の表記法による座標値x11、y12を用いている。そして、矩形105のx11に対応するy座

標値は、直前の矩形104の図形位置で指定された#y4で示される値を引き続き利用する。

【0045】図1に示した記述では、この後、反復命令を用いず、単独の図形が連続的に位置が指定される場合の例としてある。このことによる図形配置の様子を図3に示した。同図において、矩形107と矩形109が「IP」により指定され、矩形108では矩形107のy座標値を利用しつつ、x12によりx座標値を指定している。図3において、x11、y12等が認識番号を用いた参照となっていないのは、これらの数値の出現回数が少なく、この例では上位64位までに入っていないことによる。

【0046】図1に示した記述例では、そのフィールド内全体で共有するデータを登録したが、もっと小さい領域でその領域に適した図形属性を登録することで、より効率的なデータ記述が可能となる場合がある。図4は、xy座標値だけを記述した例だが、フィールドに32種類、サブフィールドに32種類のXYそれぞれの座標値を登録した状態を示している。この場合、認識番号は0から31までがフィールド登録用、32から63までがサブフィールド登録用とあらかじめ決めておく。

【0047】仮にフィールドで登録する座標値が32種類なかった場合には、登録されていない認識番号は使用されず、サブフィールドで登録される3番からまた参照可能な番号となる。このようにサブフィールドでも属性値を登録可能とすると、局所的に特徴のある図形パターンが存在しても、それに対応した参照が可能となる。そして、配列命令、固有図形についても同様の指定が可能である。

【0048】これとは逆に、データに局所性が無い場合、例えば大容量のメモリの記述では、チップ全体で属性値を共有することが圧縮の観点からは望ましい。このように、扱うデータによって効率的な登録・参照の単位が変わるので、どの属性値を、どういう領域単位で、どれだけ項目数を登録・参照するかを、パターンデータ記述の先頭のところで明記することも可能である。もちろん、これらの記述ルールは、パターン発生装置である電子ビーム描画装置等が、その機能をサポートしていることが前提となる。

【0049】たとえば、20mm角チップを形成するとき、フォトリソグラフィで用いる5倍のレチクル上では、このチップ領域が100mm角の大きさになる。これを75μm角のサブフィールドで埋め尽くすと、サブフィールドの数は170万を越える。従って、フィールド内のサブフィールドの位置指定データも、データ圧縮をする上で重要となる。

【0050】サブフィールドは、通常フィールド内に規則的に敷き詰められる。メモリなどの記述で、データ圧縮の観点から、図形群をサブフィールドに割り当ててサブフィールドの位置をパターン配置にあわせる場合でも、

その位置は規則性が高くなる。従って、xy座標値の認識番号による参照は、サブフィールドの座標値指定にも大きな効果を示す。

【0051】図5(a)に、図1において前提とした値を用いたときの、フィールド51内のサブフィールド52の配置例を示す。フィールド51一辺あたり32のサブフィールド52が存在している。すなわち、一つのフィールド51中に $32 \times 32 = 1024$ のサブフィールド52が存在しているが、そのxy座標値の種類はそれぞれ32種類でしかない。座標値を直接記述するのであれば、それぞれは17ビット長のため、xあるいはy座標値の記述に2ワード必要となる。これに対し、あらかじめ登録してある認識番号参照では、1ワードでxy両方の座標値の指定が可能となる。

【0052】サブフィールド座標値の登録に当たっては、あわせて64種類の座標値を登録すれば良いが、サブフィールド領域を正方形とするのであれば、xyで同じ値を使用でき、その場合は32種類の登録で済むことになる。図5(b)は、その具体的な記述例を示す説明図であり、サブフィールド座標値の登録開始を示すコードの後に、2ワード毎に値をその認識番号とともに記述している。第一ワードの12ビットに認識番号を割り当て、4ビットに座標値の上位4ビットを割り当て、第二ワードで座標値の下位16ビットを割り当てている。座標値としては20ビットの記述が可能となっている。

【0053】認識番号の記述は、必ずしも必要ではない。また、xy表を別々に登録するのであれば、その認識コードを入れることも可能である。各サブフィールドに対応した座標値は、サブフィールド座標値の記述開始を示すコードに引き続いて記述される。ここでは、2ワード毎の記述とし、第一ワードで表3の「SF」でのnに相当するサブフィールド番号を指定し、第二ワードの上位8ビットでX座標値をサブフィールド座標値認識番号で指定し、同様に下位8ビットでY座標値を指定している。

【0054】フィールド内の位置指定は、フィールド位置やサブフィールド位置をパターン配置にあわせるのであれば、各フィールドで共通となる。従って、これらのサブフィールド座標値の記述は、各フィールドの図形記述に先立ってなされる。サブフィールドの位置をパターン配置にあわせた場合には、登録する種類は増えるが、xyそれぞれが256種類以下であれば、xy両座標値そのものの指定は、1ワードで可能である。そして、サブフィールドのフィールド内座標値指定と同じことが、フィールドのチップ内座標値指定についても言える。フィールド座標値をあらかじめ登録して参照することも可能である。

【0055】以上、サブフィールドの存在を前提に説明したが、これは、チップ全体の図形データを記述するときその全体領域を小さい小領域に分割しておく、本

発明がより有効に作用するためである。その理由を、上記表2を例にとりて以下に説明する。表2に示した第一配線層では、サブフィールドを用いたときに出現するX座標値の種類は、「順位」の項に示してあるように、ただか641でしかない。一方、サブフィールドという小領域を導入せず、チップ全体としたときに使用されるX座標値の種類は、27824存在している。サブフィールドという小領域を導入することで、使用される座標値の種類が2桁近く低減していることが解る。

【0056】すなわち3万近い数値データが約640の数値データに置き換えられており、その結果、約640種の数値データの出現頻度は高まり、かつ種類が減ったことで、その数値を指定するデータ長をも短くすることが可能となっている。このように、本発明を位置座標の記述に適用する場合、全体領域を小領域に分割する手法を併用することでより、より効果的な圧縮が可能となる。

【0057】次に、この小領域の大きさの決め方について説明する。表2の例では、サブフィールド領域の辺長を45 μ mとしている。ここで、仮にこの長さを45.1 μ mとすると、数値データの種類は表2に示した程には減らないことが予想される。単純な例を挙げれば、1.0 μ m間隔で記述された数値群を10.0 μ mの小領域を単位に記述すれば10種類の数値を繰り返し用いれば良いが、小領域の幅を10.1 μ mとしたら隣の小領域ではまた新たな10種類の数値を用いなければならない。これは使用される座標の値の周期性を考慮して小領域の大きさを決めることが重要なことを意味している。

【0058】LSIの設計では、配線をどのような間隔で配置するか、ということが製造プロセス技術の関連からあらかじめ決められており、その数値を利用すれば容易に小領域の大きさを決めることができる。仮にその数値を入手できない場合でも、マスクパターンを記述した設計データから、設計で用いた座標周期を推定することは可能である。例えば、設計パターンデータではデータは階層構造を取っており、上位のセルが下位のセルを呼び出す形となっているので、その呼び出す座標値に注目すれば、使用している座標周期を推定することが可能となる。

【0059】ところで、図1で示した例は、サブフィールドを単位に図形を記述しているが、以下に、フィールドを単位に図形記述する場合を簡単に説明する。座標値記述などで2バイト(16ビット)必要な場合には、その数値の属性が何であるかを定める仕組みが別途必要となる。データの記述はバイトを単位に扱い、特に2バイト、4バイトという単位が計算機の処理上望ましい。

【0060】一例として、各図形の記述の最初に制御コードを2バイト用意し、そこに、以下に続くデータ記述の内容と長さを記述する手法がある。表3の「IP」に

対応した例で考えれば、“前に使用した固有図形を用いて、その位置を認識番号で指定する”ということ、制御コード16ビットを用いて指定すれば良く、「IP」では4ビットの中で割り振っていたのに比べれば、充分な余裕がある。この場合、次の2バイトはxy座標値の認識番号の記述に使えるので、それぞれ8ビットの256種類の座標値を参照することが可能となる。

【0061】また、制御コードに2バイトを割り当てると、最低でも1図形4バイトがその記述に必要となるが、制御コードを1バイトとする構成も考えられる。一例として、x座標値のみを認識番号指定で指定したい場合には、上位1バイトでそのことを示し、下位の1バイトで認識番号を記述することができる。このように、様々な指定方法が考えられるが、その要点となるところは、出現頻度の高い数値データを認識番号とともにあらかじめ登録しておき、その認識番号を用いて参照・利用することにある。さらに、フィールド内の座標値指定が16ビットを越える場合にも、認識番号参照では認識番号のビット長でデータ記述の長さが決まる。このため、その指定が短く、かつ2バイトの制約に適合し易いというメリットも供えている。

【0062】上述のことは、LSIパターンでは配列命令がデータを圧縮するとき大きな効果を示す。特にマスクの倍率が小さいときには、一つのサブフィールドに含まれる図形数が多く、メモリのように明らかに配列そのものでないパターンにおいても、配列命令の効果は大きい。配列を考慮せず逐一的にデータ処理した場合でも、最終的に描画データとするときには同一の固有図形毎にソートし、その位置座標値から規則性を判断して配列命令が適用できるときには配列命令を使用することが、データ圧縮では重要となる。

【0063】その場合、配列化できた図形群にとっては、記述のための位置座標として配列表現するときに必要な基準となる図形の位置座標だけが必要で、展開によって算出できる座標値は意味がない。図6に示す3 \times 4の配列データで説明すると、基準座標値はx31、y31で、繰り返しの間隔は(x32-x31)、(y32-y31)で表せる。

【0064】すなわち、x31、y31以外の座標値は、図形記述の座標値としては必要なく、x31、y31にしても、出現頻度は一回になる。すなわち、登録座標値の決定に当たって、単に図形に注目して座標値の出現頻度を評価するのではなく、配列化できる図形は配列化し、その上で図形表記に必要な座標値の出現することが望ましい。

【0065】以下、表1、2に示したパターンを用いて、本発明を適用した場合と適用しない場合の比較を表4に示す。本発明の適用条件は、反復命令の登録数をフィールド、サブフィールドとも最大32種ずつ、固有図形はそれぞれ最大128種、x、y座標値は最大それぞれ3

10

20

30

40

50

2種ずつとし、配列表記した後の記述に必要な座標値の出現頻度から登録する座標値を決めている。また、サブフィールド座標値の登録と識別番号による参照を用いて

表 4

	第 1 配線層 ×106 μ ト (μ ト/図形)	素子分離層 ×106 μ ト (μ ト/図形)
この発明を適用	23. 24 (3.6)	6. 59 (3.0)
従来の手法を適用	40. 86 (5.8)	12. 8 (5.8)

【0067】以上、本発明の適用法について具体的に述べてきたが、これらを実現するには、上述の表記法をふまえたデータを作成するプログラムと同時に、これらの表記法を解釈してデータを復元する機能が備えられた、電子ビーム露光装置などの図形パターン発生装置が必要である。既に述べたように、従来よりデータの圧縮はなされており、従って従来の電子ビーム描画装置においても、その圧縮したデータを復元する機能は具備されていた。

【0068】しかし、この発明においては、図形データを従来とは異なる圧縮をしており、本発明による圧縮データを利用するには、本発明による圧縮データの復元もできるようにしなければならない。本発明により圧縮されたデータを復元する機能のうち、配列状に並んだ図形をその間隔や繰り返しの数から展開して求めたり、登録された図形群を位置を変えて参照する機能は従来と同様である。しかし、以下に示す、この発明における図形パターン発生装置では、頻繁に利用される数値を圧縮してそれを復元するものであり、データ圧縮のうち、数値データそのものの復元にかかわる。

【0069】まず、従来の図形パターン発生装置に関して説明する。図 7 は、従来の図形パターン発生装置の一部構成を示す構成図である。同図では、圧縮データにおける省略された数値の復元回路を主な機能毎に示している。なお、ここでは説明を簡単とするため、矩形データのみを対象とする。まず、描画開始に先立ち、磁気ディスク（図示せず）に格納された描画データを、描画データ格納メモリ 302 に書き込む。これは、各処理において磁気ディスクから逐次データを読み出していたのでは、電子ビームの高速描画に追いつかないためである。ここでは、例えば、次のフィールドのデータをステージが移動する時間などを利用して、対象データを描画データ格納メモリ 302 に書き込んでおく。

【0070】描画は以下のように進められる。アドレスカウンタ 301 により、メモリ 302 の内容は順にレジスタ 303 に読み出される。そして、図 1 と同様に、その内容は 2 バイトを単位にデータが記述され、12 ビットの下位 303 b が数値等を、4 ビットの上位 303 a がその属性を表すとする。レジスタ 303 は、上位 30

いる。第一配線層では 57% に、素子分離層では 51% に減少しており本発明の効果が示されている。

【0066】

3 a のデータをデコーダ 304 に渡し、デコーダ 304 ではその値により下位 303 b が何を示すデータかを判断する。そして、位置 X を格納する X レジスタ 310、位置 Y を格納する Y レジスタ 311、幅 W を格納する W レジスタ 312、高さ H を格納する H レジスタ 313、図形種類を格納する F レジスタ 314、照射量指定値を格納する D レジスタ 315 のうち、該当するレジスタに下位 303 b の値を取り込むよう信号線 321 により指示する。

【0071】この一連の処理により、例えば X レジスタ 310 に位置 X の値が格納されることになる。この処理をアドレスカウンタ 301 の値を一つずつ増加させて繰り返す。デコーダ 304 は、表 3 の「XE」、「YE」のような一つの図形データの終了を検出すると、その数値データをレジスタにセットさせると共に、信号線 320 により X レジスタ 310 から D レジスタ 315 までの各レジスタに値がセットされて、一つの図形描画の準備ができたことを、描画制御の回路（図示せず）に知らせる。このようにして、前回用いた最新の数値データは、常に X レジスタ 310 から D レジスタ 315 の各レジスタに保持することが可能となる。

【0072】次に、この発明における図形パターン発生装置に関して説明する。図 8 は、この発明における図形パターン発生装置の一部構成を示す構成図である。以下、この図形パターン発生装置の動作について説明する。図 7 に示した従来と同様に、描画に先立って磁気ディスク（図示せず）からデータを描画データ格納メモリ 302 に読み込む。

【0073】しかし、この発明の図形パターン発生装置では、このとき登録すべきデータを位置座標 X 登録データ格納メモリ 305、位置座標 Y 登録データ格納メモリ 306、固有図形登録データ格納メモリ 307 に格納する。そして、その他のデータは従来と同様に描画データ格納メモリ 302 に格納する。なお、ここでは反復データは省略した。

【0074】レジスタ 303 の 12 ビット分の下位 303 b は、従来と同様、X レジスタ 310 から D レジスタ 315 の各レジスタに接続されるとともに、位置座標 X 登録データ格納メモリ 305 から固有図形登録データ格

納メモリ 307にも接続される。これは、表 3 に示した「IP」、「IF」の参照命令が来た場合には、その認識番号を格納メモリに与えることができる構成とする。

【0075】認識番号は、アドレスそのものであり、上位 303a のデータをデコーダ 304 で判断した結果に基づき、信号線 322 によって該当する登録データ格納メモリからの読み出しが有効となって、登録された数値データが X レジスタ 310 から D レジスタ 315 までの中の該当するレジスタに渡される。なおこのときデコーダ 304 は、X レジスタ 310 から D レジスタ 315 までの該当するレジスタに、位置座標 X 登録データ格納メモリ 305、位置座標 Y 登録データ格納メモリ 306、固有図形登録データ格納メモリ 307 から取り込むべきデータがくることを信号線 321 により知らせる必要がある。また、表 3 の記述ルールに従うなら、「IP」命令が来た場合には、信号線 320 により、一つの図形描画の準備ができたことを知らせる。

【0076】なお、上記の説明ではタイミングについては一切省略した。しかし、例えば、位置座標 X 登録データ格納メモリ 305、位置座標 Y 登録データ格納メモリ 306、固有図形登録データ格納メモリ 307 から値を読み出すには、そのための時間が必要で、読み出した値を、X レジスタ 310 から D レジスタ 315 までの各レジスタにセットするにはその時間を考慮しなければならない。これらの機能は、現在のデジタル回路技術を用いれば特殊な技巧を用いることなく容易に実現できる。

【0077】サブフィールド座標値あるいはフィールド座標値の復元も、図形データと同様にできる。これらの座標値記述では、それらが配列状に規則正しく並んでいる可能性が高い。このため、全ての座標値を登録することとすれば、全てのデータが認識番号となって実データ記述が無くなる。したがって、図 8 に相当するハードウェアはより簡単な構成となる。また、フィールド座標値であれば、その処理に比較的時間の余裕があることから、ソフトウェアによる処理も可能である。

【0078】また、この発明は、図形データの表示にも適用できる。大量のデータの表示において、本発明で述べた図形の特徴を利用した登録と参照を用いれば、そのデータ量を削減できる。そして、その実現も容易である。図形データを表示する計算機では、間接アドレスに

よるデータアクセスを用いる方が効率が良いことから、高速な処理にも適している。

【0079】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、図形を表現するのに必要な図形データを、図形を区別できるビット数のデータからなる認識番号に置き換えて記述するようにした。このため、図形パタンの記述をより効率的に行えるようになり、記述する図形データの量を従来より縮小することが可能となる。

10 【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施形態におけるデータの形態を示す説明図である。

【図 2】 図 1 の記述による図形配置の状態を示す平面図である。

【図 3】 配列命令を用いず、単独の図形が連続的に位置が指定される場合の図形配置の状態を示す平面図である。

【図 4】 フィールドとサブフィールドそれぞれに位置座標を登録した例を示す説明図である。

20 【図 5】 フィールドとサブフィールドとの関係を示す説明図である。

【図 6】 図形を 3×4 の配列とした場合を示す平面図である。

【図 7】 従来の図形パターン発生装置の一部構成を示す構成図である。

【図 8】 この発明における図形パターン発生装置の一部構成を示す構成図である。

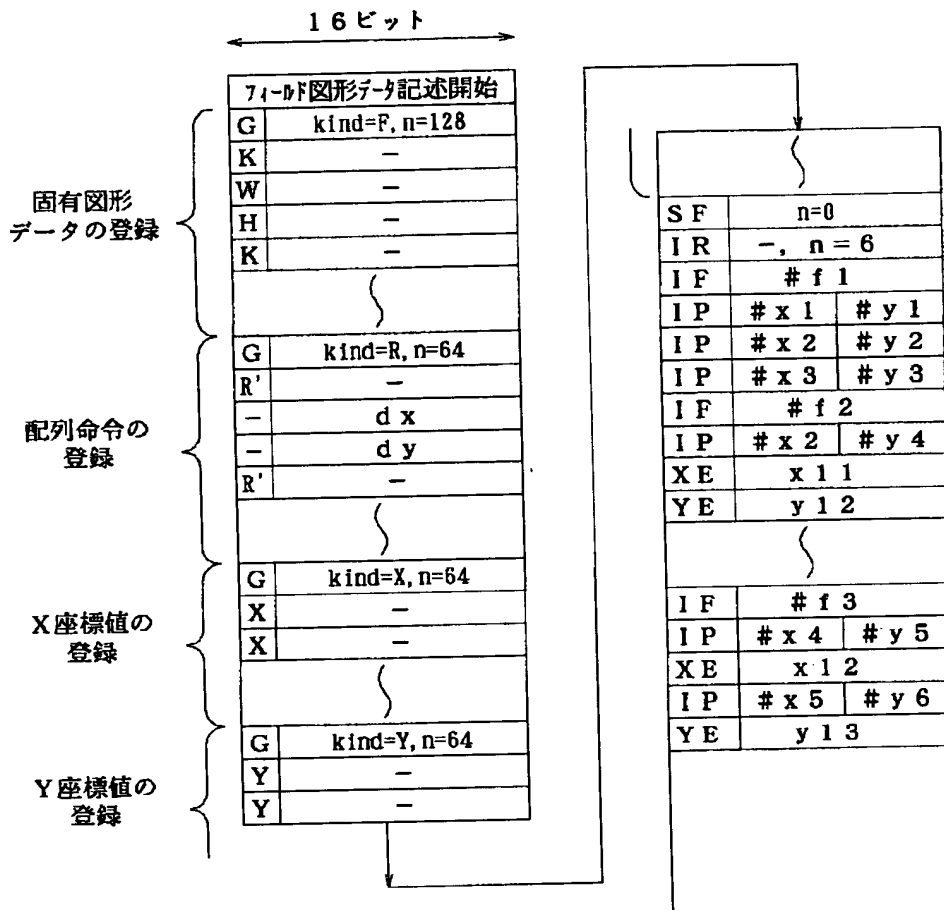
【図 9】 従来の描画装置における図形データの具体的な構成例を示す説明図である。

30 【図 10】 ある図形を示す平面図と、これを記述したデータを示す説明図である。

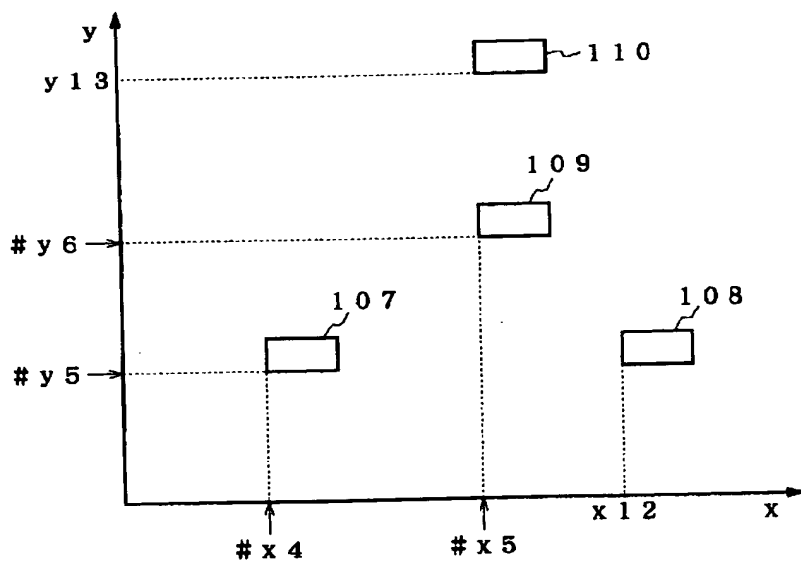
【符号の説明】

301…アドレスカウンタ、302…描画データ格納メモリ、303…レジスタ、304…デコーダ、305…位置座標 X 登録データ格納メモリ、306…位置座標 Y 登録データ格納メモリ、307…固有図形登録データ格納メモリ、310…X レジスタ、311…Y レジスタ、312…W レジスタ、313…H レジスタ、314…F レジスタ、315…D レジスタ、320、321、322…信号線。

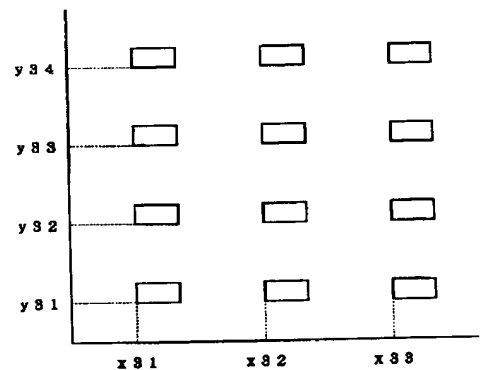
【図 1】



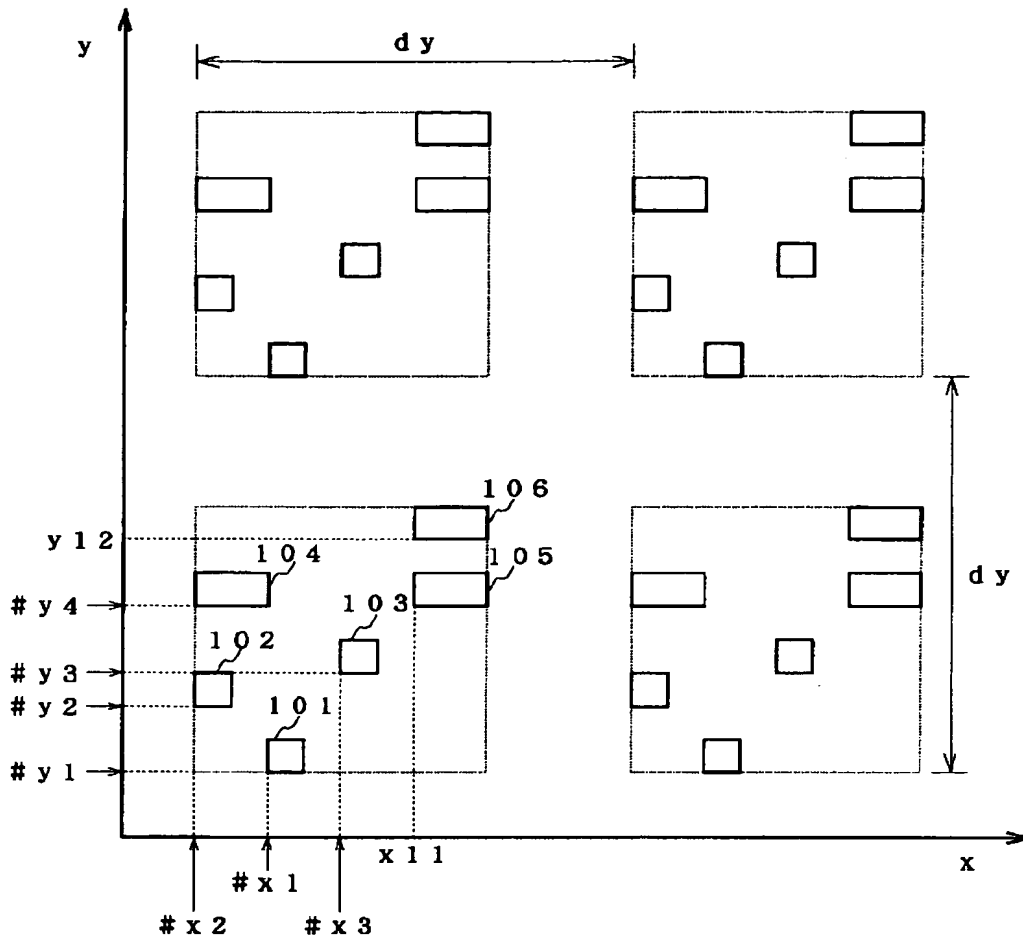
【図 3】



【図 6】



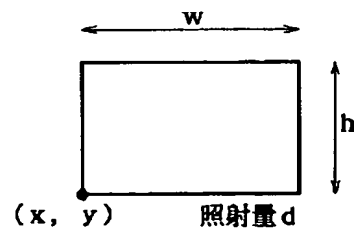
【図 2】



【図 9】

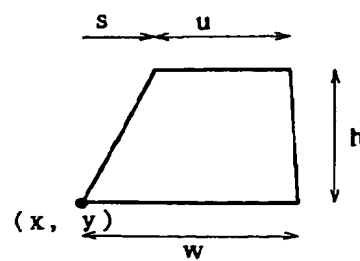
(a)

図形種類 (K)	r
照射量 (D)	d
位置X (X)	x
位置Y (Y)	y
幅 (W)	w
高さ (H)	h

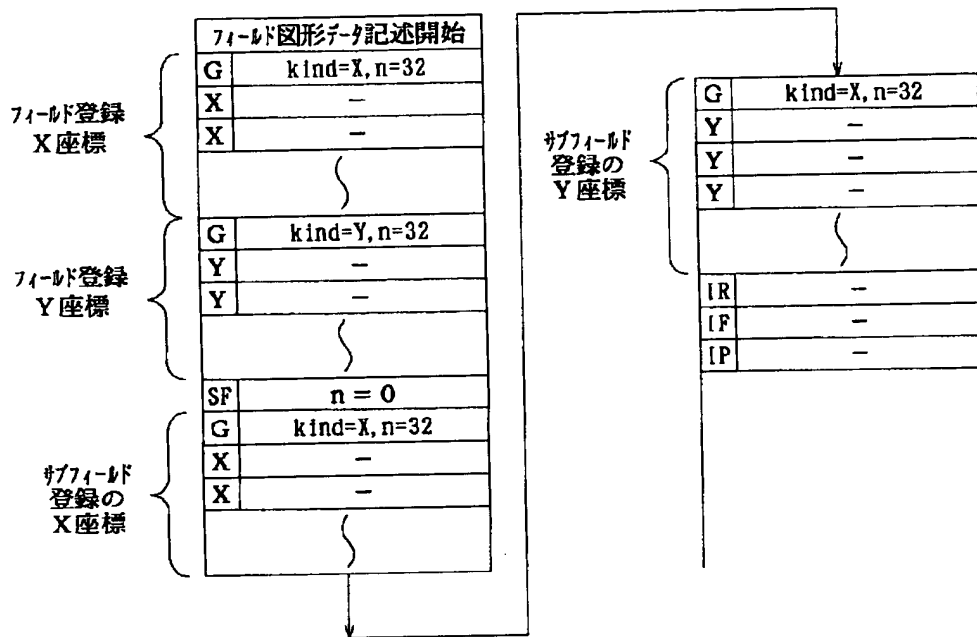


(b)

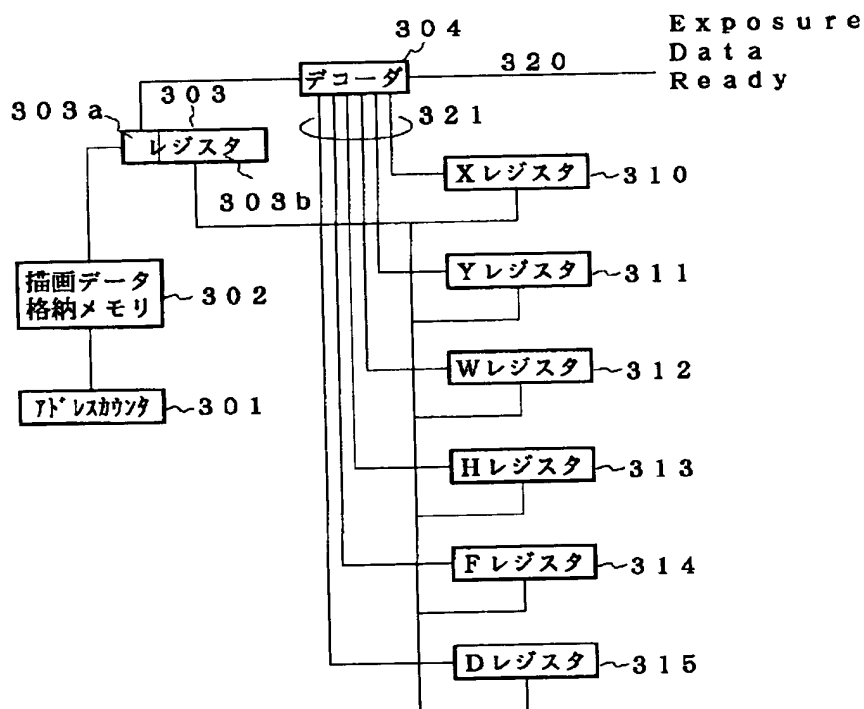
図形種類 (K)	z
照射量 (D)	d
位置X (X)	x
位置Y (Y)	y
下底の長さ (W)	w
上底の長さ (U)	u
上底下底間 (H)	h
斜辺の長さ (S)	s



【図4】

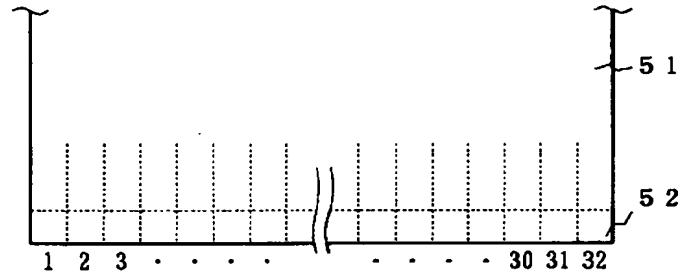


【図7】

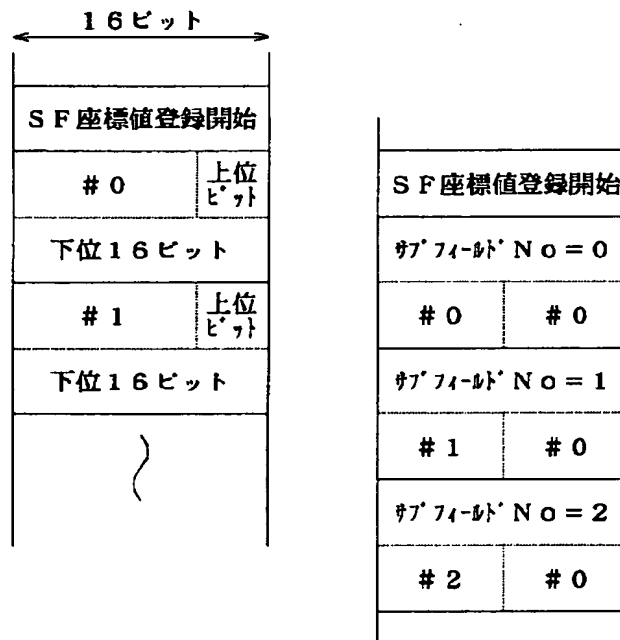


【図 5】

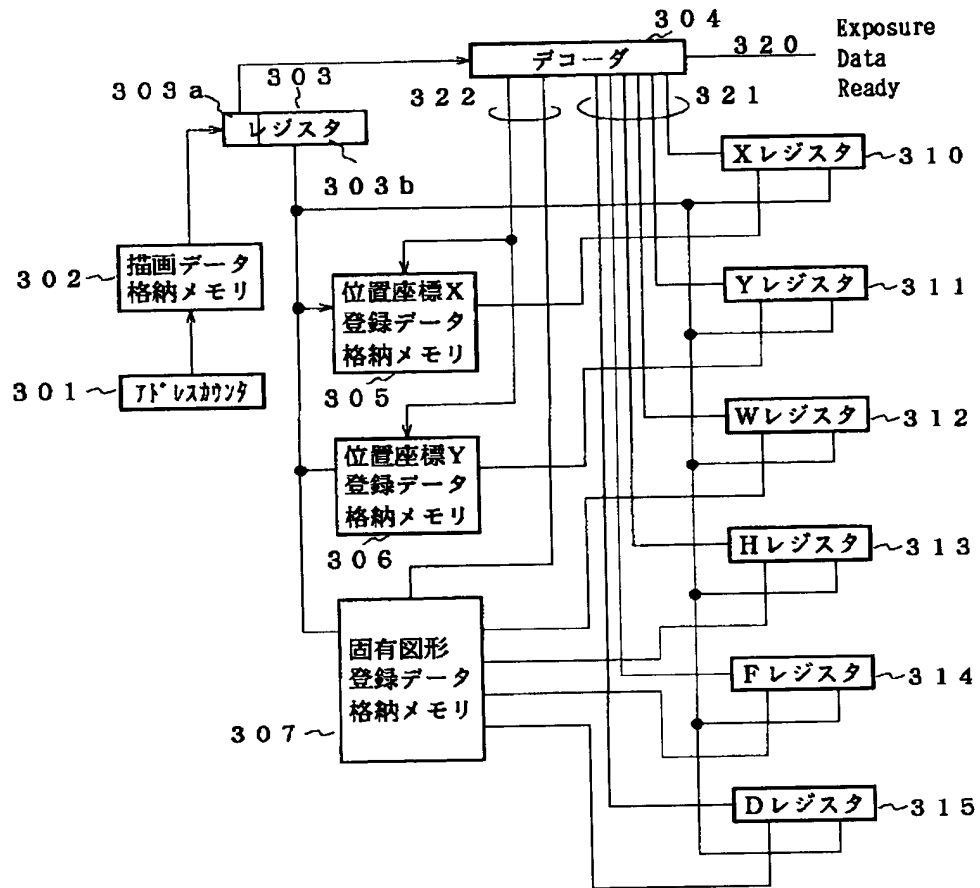
(a)



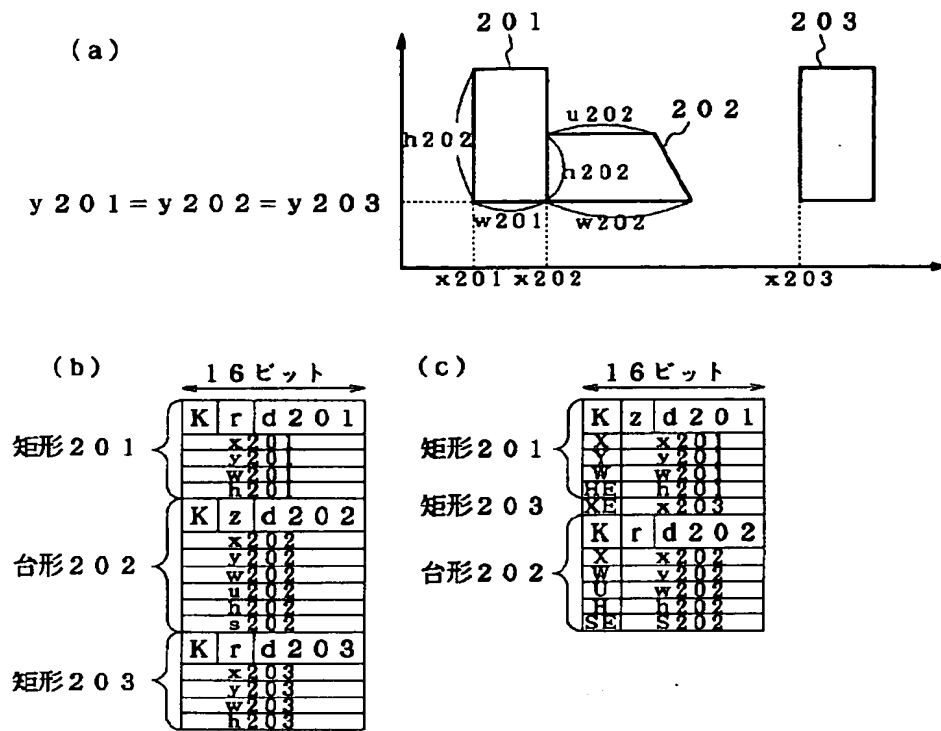
(b)



【図8】



【図 10】



THIS PAGE BLANK (USPTO)